

TARTU ÜLIKOOL
Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Jaak-Heinrich Jagor

**Ühekordse vibratsioonitreeningu mõju naiskergejõustiklaste kehalistele
võimetele**

Acute effect of whole body vibration on physical abilities in female athletes

Magistritöö

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendaja:
Lektor, biol. kand. M. Viru

Tartu, 2017

SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID	3
TÖÖ LÜHIÜLEVAADE	4
ABSTRACT	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	6
1.1. Vibratsioonitreeningu olemus ja komponendid	6
1.2. Vibratsioonitreeningu mõju sportlaste jõule, hüppevõimele ja painduvusele.	7
2. TÖÖ EESMÄRGID JA ÜLESANDED	11
3. METOODIKA.....	12
3.1. Vaatlusaluste iseloomustus	12
3.2. Uuringu korraldus	12
3.3. Uuring toimus alljärgnevas järjekorras:	13
3.4. Kehaliste võimete tasemete mõõtmine.....	13
3.5. Painduvuse mõõtmine	13
3.6. Hüppevõime mõõtmine	14
3.7. Jalalihaste võimsuse mõõtmine	15
3.8. Ülakeha- ja käelihaste võimsuse määramine.....	16
3.9. Vibratsioonimõjustus	16
3.10. Tulemuste statistiline analüüs	17
4. TÖÖ TULEMUSED	18
5. ARUTELU	21
6. JÄRELDUSED	25
KASUTATUD KIRJANDUS	26

KASUTATUD LÜHENDID

VIBRA 60 – vibratsioonitreening kestvusega 5 x 60 s

VIBRA 30 – vibratsioonitreening kestvusega 5 x 30 s

KONTROLL 60 – kontrollitreening kestvusega 5 x 60 s

KONTROLL 30 – kontrollitreening kestvusega 5 x 30 s

CMJ – püstiasendist eelneva allaiste ja käte hooga sooritatud üleshüpe

SJ – poolkükist käed puusal sooritatud üleshüpe

TÖÖ LÜHIÜLEVAADE

Eesmärk: Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada ühekordse vibratsioonitreeningu mõju naiskergejõustiklaste kehaliste võimete tasemele.

Metoodika: Uuringus osales 10 naissoost sportlast. Uuritavate keskmine (\pm SD) vanus oli $20,8 \pm 1,8$ a, pikkus $173,6 \pm 5,6$ cm, kehamass $59,9 \pm 3,4$ kg. Kõik vaatlusalused osalesid kergejõustikutreeningutel 5 - 6 korda nädalas (sprinterid – hüppajad, treeningstaaž 8 - 14 aastat). Nad kuulusid oma sportliku taseme poolest Eesti paremikku. Uuringu eesmärgi täitmiseks viidi läbi kaks uurimisseeriat, mis erinesid teineteisest vibratsioonimõjustuse kestvuse poolest. Esimeses seerias oli vibratsioonitreeningu kestvus 5 x 60 s ning teises seerias 5 x 30 s. Kahe seeria vaheline aeg oli 10 päeva. Kasutatud vibratsiooni sagedus oli 30 Hz, amplituud 1,5 mm ning kiirendus 3,5 g. Määrati muutused painduvuse, hüppevõime, jala- ja ülakeha lihaste võimsuse tasemetes.

Tulemused: Pikema vibratsioonimõjustuse (5 x 60 s) korral ei esinenud statistiliselt olulisid muutusi hüppevõime tasemes, kuid ilmnes trend tulemuste langusele (CMJ - 3,55 %). Lühema vibratsioonitreening (5 x 30 s) viis nii CMJ ($p < 0,01$) kui ka SJ ($p < 0,05$) tulemuste tõusule. Mõlema kontrolltreeningu korral olulisi muutusi ei ilmnenu. Jalalihaste võimsuse tulemustes pikema vibratsioonimõjustuse korral statistiliselt olulisi muutusi ei esinenud, kuid ilmnes trend tulemuste tõusule (4,2 %). Lühema vibratsioonitreeningu mõjul jalalihaste võimsus tõusis ($p < 0,05$). Mõlema kontrolltreeningu korral statistiliselt olulisi muutusi testitud näitajates ei ilmnenu. Topispalli viske tulemused ei muutnud nii pikema kui ka lühema vibratsioonimõjustuse korral. Statistiliselt olulisi muutusi ei esinenud. Samasugused tulemused olid ka kontrolltreeningu korral. Painduvuse tase paranes oluliselt nii pikema ja lühema vibratsioonimõjustuse korral vastavalt $p < 0,05$ ja $p < 0,01$. Kontrolltreeningute korral statistiliselt olulisi muutusi ei esinenud.

Kokkuvõte: Ühekordne vibratsioonitreeningu mõjul (kestvus 5 x 30 s, sagedus 30 Hz, amplituud 1,5 mm, kiirendus 3,5 g) paranevad naiskergejõustiklaste CMJ, SJ ja jalalihaste võimsuse tulemused. Painduvuse tase tõuseb nii pikema (5 x 60 s) kui lühema (5 x 30 s) vibratsioonitreeningu järgselt.

Märksõnad: akuutne vibratsioonitreening, naissportlased, hüppevõime, lihasvõimsus, painduvus

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to investigate the effect of two acute WBV programs on physical abilities in female athletes.

Methods: 10 Estonian level female athletics athletes - sprinters and jumpers (mean age 20.8 ± 1.8 ; height 173.6 ± 5.6 cm and body mass 59.9 ± 3.4 kg; trained 5-6 times per week) took part in the study. Two series of experiments were carried out: in the first athletes trained on vibration platform for 5 x 60 s with 60 s rest between the repetitions and in the second training lasted for 5 x 30 s. The interval between the series was 10 days. Vibration frequency was set at 30 Hz, displacement was 1.5 mm and acceleration 3.5 g. Control training was carried out 48h later with the same exercises but without vibration stimulation. Before and after every training session jump height, muscle power and flexibility levels were measured.

Results: A significant increase in CMJ ($p < 0.01$) and CJ ($p < 0.05$) results and in leg muscle power ($p < 0.05$) was noted after the shorter (5 x 30 s) vibration training program whereas longer program did not induce any changes in jump height and muscle power. Both vibration training programs induced increase in flexibility but not in upper body power levels. No significant changes were found after the control training sessions.

Conclusions: In conclusion, acute WBV training session can be used as a beneficial supplemental training intervention to increase jump, leg power and flexibility in trained female athletes.

Keywords: vibration training, female athletes, vertical jump, muscle power, flexibility

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Vibratsioonitreeningu olemus ja komponendid

Sportliku treeningu metoodika arendamisel on aastakümneid püütud leida uusi meetodeid, kuidas paremini sportlase organismi mõjutada, et sportlik areng oleks kiirem ja efektiivsem ja et sportlane saavutaks kõrgema taseme. Gravitatsioonijõud on kehaliste võimete arendamisel alati olnud olulise tähtsusega. Lisaraskustega (tõstekang, hantlid, trenažöörid) gravitatsioonijõudu suurendavad treeningud kutsuvad skeletilihastes esile mitmeid morfoloogilisi ja füsioloogilisi muutusi, mis viivad jõuvõimete tõusule. Gravitatsioonijõu vähenedes, näiteks kaaluta olekus viibides, langeb jõu genereerimise võime ja ka lihassmass. Kogu keha vibratsiooni mõjutus vibratsiooniplatvormi abil on üks viise, kuidas suurendada gravitatsioonijõudu, et tõsta sportliku saavutusvõimet (Cardinale & Bosco, 2003).

Ajaloost on teada, et juba antiik-Kreekas on inimesed üritanud organismi mõjutada ja ravida vibratsiooni abil, et vigastuste paranemine oleks kiirem. 16. sajandil kasutasid jaapanlased trummide ja teiste löökriistade poolt tekitatavat vibratsiooni ning survet, et lõõgastada spasmilisi lihaseid (Cohrane, 2013). Esimesed teadusuuringud vibratsiooni mõjust tehti 19. sajandi keskel, kui tehasetööstel tekkisid kroonilise vibratsiooniga seotud tervisehäired nagu alaseljavalud, pearinglus ja iiveldustunne (Hortobagyi et al., 2015). Sporditeaduse tähelepanu hakkas vibratsiooni kasutamine pälvima 1970 aastate keskel sooviga vibratsiooniaparaatide abil parandada skeletilihaste funktsioneerimist ning seega ka sportliku saavutusvõimet (Issurin et al., 1999).

Vibratsiooni kasutamiseks sportlikul treeningul on ehitatud vibratsiooniplatvormid. Sellistes seadmetes luuakse vibratsioon elektrimootori abil, mis liigutab platvormi külgsuunas vasakule - paremale või vertikaalselt üles - alla produtseerides kas sinusoid- või sünkroonvibratsiooni. Tehes vibratsiooniplatvormil erinevaid harjutusi võivad treenija erinevatele kehaosadele mõjuda reaktiivsed jõud. Sõltuvalt kehaosade jäikusest ja massist on igalühel oma loomulik võnkesagedus. Kui kehaosade resonantssagedus langeb kokku vibratsiooniplatvormi poolt tekitatud võnkesagedusega, siis võivad nad omandada mehaanilist energiat (Cohrane, 2013a).

Vibratsioonimõjustuse intensiivsus sõltub neljast parameetrist, milleks on sagedus, amplituud, kiirendus ja kestvus. Vibratsiooni sageduse määrab võnkeliste tsüklite korduste arv ühes sekundis (mõõdetuna hertsides). Vibratsiooniplatvormi liikumise ulatuse määrab amplituud (mõõdetuna millimeetrites). Kiirenduse määrab kiiruse muutumine ajaühikus (mõõdetuna m/s^2). Mõjutuse kestvust mõõdetakse sekundites. Levinud vibratsiooniseadmed

võimaldavad edasi anda võnkelist liikumist sagedusega 15-60 Hz, amplituudiga 1-10 mm ja kiirendusega kuni 15g (1 g kiirendus vastab 9.81 m/s^2) (Cardinale & Wakeling, 2005).

Kuigi vibratsiooniparaadid võimaldavad kasutada erinevaid sagedusi leidsid Cardinale ja Lim (2003), et kõige suurema lihaste bioelektrilise aktiivsuse staatilises poolkükis saavutab vibratsioonisagedusega 30 Hz. Kuna inimeste lihased on erineva jäikusega siis soovitati kasutada vibratsioonitreeninguga samaaegselt ka elektromüograafiat, et määrata vastava kehaasendi puhul individuaalne vibratsioonisagedus, mille puhul on lihaste bioelektriline aktiivsus kõige suurem ja seega efektiivsus kõige kõrgem. Inimese keha eri osade ja siseorganite vibratsiooni resonantssagedus jääb vahemiku 5-10 Hz. Sellepärast üldiselt välditakse vibratsioonitreeningus sagedusi alla 20 Hz, et ei tekiks tervisele negatiivseid kõrvalmõjusid (Gusi et al., 2006).

Vibratsioonimõjutuse toimeefektid organismis on mitmekülgsed. Vibratsioonitreeningu tulemusena toimub kehas neuraalsete mehhanismide aktiveerimine. On leitud, et need põhinevad toonilisel vibratsiooni refleksil, mis levib mööda organismi mono- ja polüsünaptiliste teede kaudu ja mis on võimelised esile kutsuma spetsiaalseid hormonaalseid reflekse. Peamine mõju avaldub hüpotaalamusele ja hüpofüüsile ning seetõttu suureneb organismis teatud hormoonide sekretsioon. Neile asjaoludele toetudes on teadlased arvamusel, et vibratsioonitreening on efektiivne vahend parandamaks sportlaste saavutusvõimet. Vibratsioonitreeningu võimalik mõju endokriinsüsteemile teeb sellest väga perspektiivika treening- ning taastusravi meetodi vananemise ja ka mitmete patoloogiate korral (Cardinale & Bosco, 2003; Rehn et al., 2007).

Vibratsioon tekitab lihaskäävi retseptorite aktiveerumise ning seda mitte ainult lihastes kuhu vibratsioonimõjustus on suunatud, vaid ka nende naaberlihastes (Kasai et al., 1992). Seega vibratsioonimõjutus avaldab lisaks soovitud lihasgrupi mõjutusele ka suuremal või vähemal määral mõju kogu kehale (Nordlund & Thorstensson, 2006).

Mester et al. (2006) leidsid oma uuringute käigus, et vibratsioonimõjutuse tagajärjel tekib erutus seisund organismi perifeersetes osades. Paraneb verevool perifeerias ning kapillaarides toimub tõhusam aine- ja gaasivahetuse vere ja lihaskiudude vahel. Mester et al. (2006) hinnangul on see mehhanism vibratsioonitreeningu üks kõige kasulikumaid toimeefekte.

1.2. Vibratsioonitreeningu mõju sportlaste jõule, hüppevõimele ja painduvusele.

Mitmeid uuringuid on läbiviidud ühekordse vibratsioonimõjustuse ja ka mitmenädalase vibratsioonitreeningu mõju kohta tavainimeste organismile. Tunduvalt vähem on selliseid uurimusi, kus vaatluse all on heal tasemel sportlased, kelle organismi reaktsioon

vibratsioonile võib olla teistsugune kui treenimata või vähe treeninud inimestel. Seda kinnitas Cloak et al. (2016) uuring, kus võrreldi professionaalseid ja amatöörjalgpallimängijaid. Selgus, et professionaalide jalalihaste jõuvõimed tõusid jalgpallimängu poolaja läbi viidud vibratsioonimõjustuse (3 x 60 s; sagedus 40 Hz) tulemusena 10,6 %, samal ajal kui amatöörsportlaste jõuvõimete tase vibratsiooni mõjul ei muutunud.

Cochrane (2013a) ja Hortobagyi et al. (2015) on ülevaateartiklites välja toonud mitmete erinevate uuringute tulemused, kus on olnud eesmärgiks välja selgitada vibratsioonitreeningu mõju ja efektiivsus sportlase treeningus. Erinevate sporditeadlaste poolt läbi viidud uuringute võrdlemise teeb raskeks asjaolu, et korrektselt läbi viidud teadusuuringuid on suhteliselt vähe ja uurimustes kasutatakse erinevaid vibratsiooni parameetreid. Lisaks on ka muid tulemusi mõjutavaid faktoreid nagu erinevad kasutatud harjutused, vaatlusaluste ja kontrollgrupi erinevad tasemed, erinev mõjustuse kestvus. Seetõttu on kindlate järelduste tegemine vibratsioonitreeningu mõjust sportlaste saavutusvõimele limiteeritud. Uurimustes on saadud nii vibratsioonimõjustuse efektiivsust näitavaid tulemusi, kuid leidub ka uuringuid, kus vibratsioonitreening ei tõstnud sportlaste kehaliste võimete taset.

Vibratsioonimõjustust jalgpallimängu poolajal kasutati Lovell et al. (2013) uuringus. Nad uurisid poolajal tehtavate erinevate harjutuste mõju jalgpalli spetsiifilisele kiirus-jõualasele võimekusele. 15-minutilisel vaheajal sooritati eksperimentaalgrupile viie minutiline vibratsioonitreening sagedusega 40 Hz (amplituud 1 mm). Uurimuse tulemused näitasid, et vibratsioonitreening aitas vältida passiivse istumisega kaasnevat langust jalgpallurite hüppevõime, kiirjooksu ja jõuvõimete tasemetes. Kuid vibratsioonimõjustus ei olnud oluliselt efektiivsem, kui erinevate jooksu- ja kiirendusharjutuste kasutamine.

Cochrane ja Stannard (2005) uurisid vibratsioonitreeningu mõju kõrgel tasemel naismaahokimängijate kehalisele võimekusele. Kõik mängijad sooritasid ühekordse vibratsioonitreeningu (sagedus 26 Hz, amplituud 6 mm, kogukestvus 5 min), kus kasutati vibratsiooniplatvormil kuut erinevat harjutust. Kontrolltaseme määramiseks tegid maahokimängijad samu harjutusi ilma vibratsioonita. Vibratsioonimõjustuse tulemusena tõusis mängijate poolkükist üleshüppe tase 8,1% võrreldes mõjutusele eelneva tulemusega, Mängijate käe haardejõu taset, aga vibratsioonitreeningu kasutamine ei muutnud. Maahokimängijate painduvuse tase tõusis 8,2% vibratsioonitreeningu tulemusena, mis oli parem, kui tavaharjutuse tegemise järgne painduvuse tõus 5,3%.

Kõrgel tasemel naisvõimlejad olid Despina et al. (2014) poolt läbi viidud uuringus vaatlusalusteks. Vibratsioonitreeningul (sagedus 30 Hz, amplituud 6 mm) kasutati 5 erinevat harjutust, igaüks kestvusega 15 sekundit. Tulemused näitasid, et vibratsioonimõjustuse järgselt naisvõimlejate kükist üleshüppe ja poolkükist allalaskumisega üleshüppe tulemused

paranesid. Üks minut peale vibratsioonitreeningut vastavalt 5,01 % ja 9,52 % ning 15 minutit peale mõjutust 8,63% ja 9,37%. Antud uuringus jälgiti ka muutusi painduvuse tasemes ning saadi akuutse vibratsioonitreeningu järgselt 3,13% painduvuse paranemise.

Reie tagakülje lihaste liigne toonus ja pinge on laialt levinud nähtus kehaliselt aktiivsete inimeste ning ka sportlaste seas. Lisaks piiratud liikumisulatusel ja kõrgele lihaste vigastamise ohule on reie tagakülje lihaste liigne pinge ka erinevate ortopeediliste seisundite üheks põhjustajaks nagu „hüppaja põlv“, plantaarne fastsiit ja alaselja valud. On leitud, et vibratsioonitreening on efektiivne meetod nendest probleemidest vabanemiseks läbi painduvuse arendamise (Cochrane, 2011a).

Erinevalt eelnevatest uurimustest ei saadud hüppe- ja jõuvõimete tasemete tõusu vibratsioonitreeningu mõjul uuringus, kus osalesid võitluskunstide heal tasemel mees- ja naissportlased (Kurt & Pekünlü, 2015). Nad kasutasid vibratsiooniplatvormil (sagedus 26 Hz, amplituud 4 mm) nelja erinevat staatilist harjutust, millest igaüks kestis 60 sekundit. Puhkepaus harjutuste vahel oli 30 sekundit. Kahe harjutuse puhul toetusid sportlased platvormile kätega. See võis olla ka põhjuseks, miks paranes vaatlusalustel käe haardejõud vibratsioonimõjustuse tulemusena.

Samuti Bullock et al. (2008) uuring näitas, et skeletoni sportlaste vibratsioonitreening (sagedus 30 Hz, amplituud 4mm, kestvus 3x60 s) ei viinud vaatlusaluste hüppevõime taseme paranemisele. Ühekordse vibratsioonitreeningu vähest mõju tähendasid ka Naclerio et al. (2014), kelle uuringus sooritasid ameerika jalgpalli- ja pesapallimängijad vibratsiooniplatvormil (sagedus 40 Hz, amplituud 2 mm) poolkükke. Vibratsioonimõjutus ei omanud suuremat efekti sportlaste hüppevõime paranemisele kui tavaharjutused.

Lisaks ühekordsele vibratsioonitreeningule on uuritud ka pikemaajalise vibratsioonitreeningu mõju jalalihaste võimsusele. Fort et al. (2012) jälgisid 15 nädala jooksul vibratsioonitreeningu efekti naiskorvpallurite lihasvõimsusele. Vibratsioonitreening (sagedus 25-35 Hz, amplituud 4 mm) kestvusega 7-10 minutit ühes treeningus viis poolkükist üleshüppe taseme paranemisele 10,07 %. Vibratsioonitreening positiivset mõju näitasid ka Annino et al. (2007), kes uurisid vibratsiooni mõju kaheksa nädalase perioodi jooksul 22 elukutselise baleriini jalalihaste võimsusele. Vibratsioonitreeningud kolm korda nädalas lisaks balletitundidele tõstsid baleriinide hüppevõimet 6,3 % ning erinevate raskustega jalapressi võimsuse testi tulemused paranesid kuni 18,01%.

Naissportlaste 8-nädalase vibratsioonitreeningu järel said Fagnani et al. (2006) oma uuringus painduvuse paranemise 13%. Kasutati vibratsioonitreeningut sagedusel 35 Hz ja amplituudiga 4 mm. Balletitantsijatel uuringus Marshall et al. (2012) poolt jälgiti nelja nädalase vibratsioonitreeninguga (sagedus 35 - 40 Hz ja amplituud 8 mm) mõju parema ja

vasaku jala liikumisulatusel. Vibratsioonimõjustus oli positiivne ja selle tulemusena paranes liikumisulatus paremal jalal grupis keskmiselt 17,6 % ja vasaku jalal 15,3%.

Saadud on ka vastuolulisi tulemusi. Preaton et al. (2012) leidsid, et 18 naispallimängija 8-nädalalne vibratsioonitreening (sagedus 25-35 Hz, amplituud 4 mm) andis küll märkimisväärsed tulemuste paranemised isomeetrilistes jõutestides, aga poolkükist üleshüppe tulemus ei muutunud. Jones jt. (2014) uuringus arenes 6-nädalase vibratsioonitreeningu mõjul naissportlastel küki ühe korduse maksimum 37,6%, aga poolkükist üleshüppe tulemus ei paranenud. Fernandez-Rio et al. (2010) leidsid naiskorvpallurite 14-nädalase vibratsioonitreeningu (sagedus 30 – 35 Hz, amplituud 4 mm) järel märkimisväärse jalalihaste võimsuse arengu (25,2%) poolküki sooritamisel. Kuid kuna samu harjutusi ilma vibratsioonita teinud kontrollgrupi areng oli 23%, siis saab järeldada, et vibratsioonitreeningu efekt antud uuringus oli väga väike.

Suure hulga vibratsioonitreeningu sageduste, amplituudide ja ajaliste parameetrite kombinatsioonide tõttu on võimalik kokku panna väga palju erinevad vibratsioonitreeningu programme, mida sportlased võiksid kasutada. Sellegipoolest on praegused teadmised efektiivsetest ja turvalistest treeningprogrammidest suhteliselt piiratud ning vaja läheks mitmeid lisauuringuid. See võimaldaks anda sportlastele konkreetseid juhiseid, kuidas kasulikult vibratsioonitreeningut oma treeningprogrammi sobitada.

Seniks aga tuleb vibratsioonitreeningust huvitatud sportlastel ise katsetada ja leida need individuaalselt kõige efektiivsemad vibratsioonisagedused ja kestvused, mis nende kehalisi võimeid kõige paremini arendada aitavad.

2. TÖÖ EESMÄRGID JA ÜLESANDED

Käesoleva magistr töö eesmärgiks oli välja selgitada ühekordse vibratsioonitreeningu mõju naiskergejõustiklaste kehaliste võimete tasemele.

Lähtuvalt magistr töö eesmärgist püstitati järgmised ülesanded:

1. Määrata vibratsioonitreeningu tulemusena tekkivad muutused naiskergejõustiklaste hüppevõime tasemes.
2. Välja selgitada vibratsioonitreeningu tulemusena tekkivad muutused naiskergejõustiklaste jalalihaste ja käelihaste võimsuse tasemetes.
3. Määrata vibratsioonitreeningu tulemusena tekkivad muutused naiskergejõustiklaste painduvuse tasemes.
4. Võrrelda erineva kestvusega vibratsioonitreeningu mõju naiskergejõustiklaste kehaliste võimete tasemele.

3. METOODIKA

3.1. Vaatlusosaluste iseloomustus

Käesolevas uuringus osales vabatahtlikkuse alusel 10 naissoost sportlast vanuses 18 - 24 eluaastat. Uuritavate keskmine (\pm SD) vanus oli $20,8 \pm 1,8$ a, pikkus $173,6 \pm 5,6$ cm, kehamass $59,9 \pm 3,4$ kg. Kõik vaatlusalused osalesid kergejõustikutreeningutel 5 - 6 korda nädalas (sprinterid – hüppajad, treeningstaaž 8 - 14 aastat). Nad kuulusid oma sportliku taseme poolest Eesti paremikku – näitasid tulemusi vähemalt Eesti meistrivõistluste finaali tasemel. Vaatlusalistel ei olnud uuringu alguses vigastusi või haigusi ning uuringu teostamise ajal ei tekkinud ühelgi uuritaval tervislikke probleeme, mis oleksid võinud mõjutada uuringu tulemusi.

Antud uuring oli üks osa Tartu Ülikooli Sporditeaduste ja füsioteraapia instituudis Mehis Viru poolt juhitavast vibratsiooniteemalisest uurimisprojektist ja kasutatav meetoodika kinnitatud Tartu Ülikooli inimuuringu eetika komitee poolt (129/9). Vaatlusaluseid informeeriti enne uuringu algust suuliselt ja kirjalikult uurimisprojekti eesmärkidest ja kasutatavatest meetoditest ning nad allkirjastasid oma nõusoleku uuringu osalemiseks.

3.2. Uuringu korraldus

Uuring toimus kevadisel ettevalmistusperioodil, kui sportlastel ei olnud võistlusi, mis oleks võinud mõjutada uuringu tulemusi. Uuringu eesmärgiks täitmiseks viidi läbi kaks uurimisseeriat, mis erinesid teineteisest vibratsioonimõjustuse kestvuse poolest. Esimeses seerias oli vibratsioonitreeningu kestvus 5 x 60 s ning teises seerias 5 x 30 s. Kahe seeria vaheline aeg oli 10 päeva.

Mõlemas uuringuseerias jagati vaatlusalused juhuslikkuse alusel kahte gruppi, mõlemas 5 vaatlusalust. Esimese grupi liikmed said esimesel uurimispäeval akuutse vibratsioonimõjustuse seistes poolküki asendis vibratsiooniplatvormil ja 48 tundi hiljem viidi läbi kontrollmõjustus, mis seisnes poolküki asendis seismises ilma vibratsioonimõjustuseta. Teise grupi liikmed said esimesel päeval kontrollmõjustuse ja 48 tundi hiljem vibratsioonimõjustuse. Nii enne kui ka pärast vibratsioonitreeningut ja ka enne ja pärast kontrolltreeningut viidi läbi kehaliste võimete tasemete mõõtmine.

Vaatlusalistel paluti uuringule eelneval päeval hoiduda tugevast kehalisest pingutusest. Kahe testimise päeva vahel ei olnud uuritavatel lubatud tegeleda jõu- ja hüppetreeninguga. Kõik vaatlusalused sooritasid uuringu ajavahemikus 16.00 kuni 18.00.

3.3. Uuring toimus alljärgnevas järjekorras:

1. Soojendus - vaatlusalused sooritasid 5 - 6 minutilise kerge standardiseeritud üldkehalise soojenduse, mis koosnes sörkjooksust 400 m ja venitus-painutusharjutustest.
2. Painduvustesti sooritamine.
3. Kahe hüppetesti sooritamine.
4. Jalalihaste võimsuse mõõtmine poolküki sooritamisel.
5. Topispalli viske sooritamine.
6. Treeningmõjustus, mis koosnes staatilisest poolküki asendis seismisest. Vibratsioonimõjustuse ajal seisis vaatlusalused vibratsiooniplatvormil. Kontrollmõjustuse ajal seisis vaatlusalused põrandal poolküki asendis.
7. Painduvustesti sooritamine
8. Kahe hüppetesti sooritamine.
9. Lihasvõimsuse mõõtmine poolküki sooritamisel.
10. Topispalli viske sooritamine

3.4. Kehaliste võimete tasemete mõõtmine

Kehaliste võimete tasemete määramiseks kasutatud testharjutused olid vaatlusalustele tuttavad. Nad kasutasid antud harjutusi igapäevaselt oma treeningutel ning seega välditi õppimise efekti mõju uuringu tulemustele.

3.5. Painduvuse mõõtmine

Vaatlusalune istus põrandal treeningkasti ees, jalad vastu kasti, põlved sirged ning kergelt surutud vastu põrandat (Foto 1). Tal oli 2 katset sirutada käed sujuvalt välja võimalikult kaugemale kasti peale ja hoida 2 sekundit. Tulemus mõõdeti metallist mõõdulindi abil ning arvesse läks parim tulemus (Cochrane, Stannard, 2005).



Foto 1. Painduvuse mõõtmine

3.6. Hüppevõime mõõtmine

Vaatlusaluste hüppevõime mõõtmine toimus mõõtesüsteemi Ivar (Eesti) hüppemati abil. Kasutati kahte hüppeharjutust: paigalt üleshüpe allaiste ning käte hooga (CMJ) (Foto 2) ning paigalt üleshüpe, kui lähteasendiks oli poolkük (põlveliigese nurk ligikaudu 90°) ning käed olid puusal (SJ) (Foto 3). Uuritavale anti korraldus sooritada maksimaalne vertikaalne üleshüpe. Mõlema hüppeviisi puhul oli tal kolm katset, millest arvestati parimat (Dabbs et al., 2011).

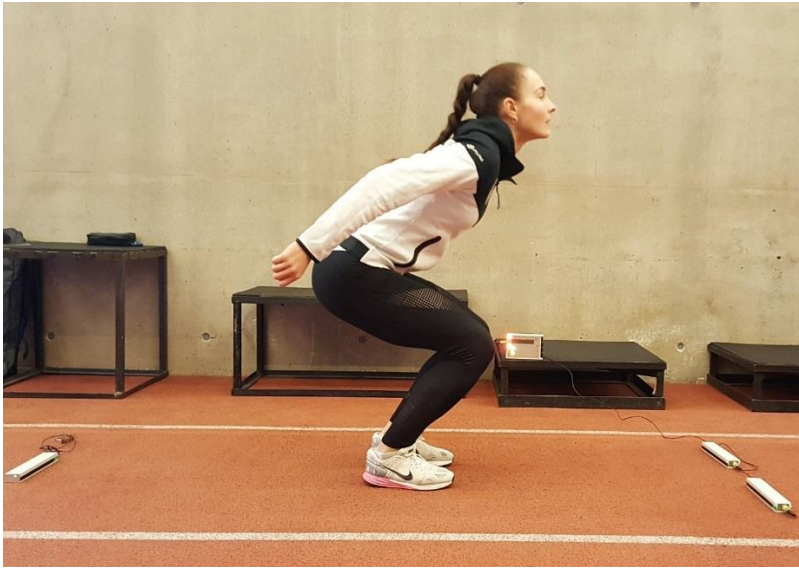


Foto 2. Mõõtesüsteemi Ivar abil mõõdetud allaiste ja käte hooga paigalt üleshüpe.

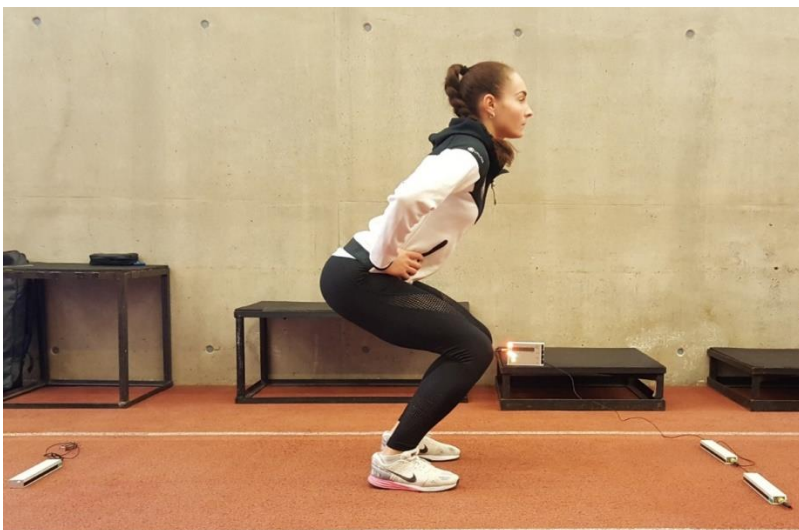


Foto 3. Mõõtesüsteemi Ivar abil mõõdetud poolkükist üleshüpe käed puusal.

3.7. Jalalihaste võimsuse mõõtmine

Jalalihaste võimsuse mõõtmine toimus microMuscleLab (Ergotest Innovation A.S, Norra) süsteemiga (Foto 4). Harjutuseks kasutati poolkükist üleshüpe kangiga, mille raskus võrdus vaatlusaluse keha kaaluga. Vaatlusalune sooritas kolm kangiga üleshüpet (Foto 5). Tulemuste statistilises analüüsis kasutati parimat tulemust.

MicroMuscleLabi lihasvõimsuse määramise andur oli ühendatud tõstekangi külge. Lähteasendis seisis vaatlusalune kang õlgadel. Testitav alandas poolkükil kangi madalamale positsioonile ja jätkuva liikumisega viis kangi hüppega jälle üles. Kangiga üleshüppe sooritamise ajal mõõtis kinnitatud andur kangi ülesliikumise kiirust ja teepikkust. Eelnevalt oli põhibloki programmi sisendatud kangi raskus. Kangi raskuse, ülesliikumise kiiruse ja teepikkuse põhjal arvutas microMusclelabi programm sooritusel näidatud lihasvõimsuse (Bosco et al., 1995).



Foto 4. microMuscleLabi põhiblokk koos lihasvõimsuse määramise mõõteanduriga.



Foto 5. Jalalihaste võimsuse mõõtmine poolkükist üleshüppel microMuscleLab süsteemiga.

3.8. Ülakeha- ja käelihaste võimsuse määramine

Ülakeha- ja käelihaste võimsuse määramiseks kasutasime 2kg topispalli viset. Vaatlusalune istus jooksurajal hoides topispalli kahe käega pea kohal ning püüdis seda visata maksimaalselt kaugemale (Foto 6). Tulemus mõõdeti metallmõõdulindiga. Vaatlusalustel oli 3 katset, millest arvestati kõige paremat tulemust (Jones et al. 2016).



Foto 6. Istes kahe käega topispalli vise ette.

3.9. Vibratsioonimõjustus

Uuringus kasutatud vibratsioonimõjustus anti vibratsiooniplatvormi Bosco System Nemes LC (Ergotest, Itaalia) abil, mis vibreeris ühtlaselt üles-alla. Kasutatud vibratsiooni sagedus oli 30 Hz, amplituud 1,5 mm ning kiirendus 3,5 g. Vibratsioonitreening koosnes esimese uuringuseeria ajal 60 sekundilisest vibratsioonimõjustusest, mida korrati 5 korda ning teise uuringuseeria ajal 30 sekundilisest vibratsioonimõjustusest, mida korrati 5 korda. Puhkepaus korduste vahel oli 60 sekundit ning sel ajal vaatlusalune istus toolil. Vibratsioonimõjustuse ajal seisis vaatlusalune vibratsiooniplatvormil staatilises poolküki asendis, põlveliigese nurk oli 100°, hoides kinni aparaaadi käetugedest (Foto 7). Kogu vibratsioonitreening kestis esimese uuringuseeria ajal 5 x 60 sekundit ja teise uuringuseeria ajal 5 x 30 sekundit. Kontrolltreeninguks oli staatilises poolküki asendis põrandal seismine ilma vibratsioonimõjustusest, esimeses uuringuseerias 5 x 60 s ja teises uuringuseerias 5 x 30 s puhkepausiga 60 s korduste vahel.



Foto 7. Vibratsioonitreening vibratsiooniplatvormil Nemes LC (Ergotest, Itaalia)

3.10. Tulemuste statistiline analüüs

Andmete statistiline töötlus toimus programmi Microsoft Excel 2013 abil ning kasutati kordusmõõtmiste dispersioonanalüüsi (ANOVA). Parameetrite vaheliste seoste hindamiseks kasutati Pearsoni korrelatsioonanalüüsi. Kirjeldava statistika vahenditena arvutati grupikeskmised ja standardhälbed ning gruppide keskmiste väärtuste erinevuse hindamiseks kasutati Studenti t-testi, võttes statistilise olulisuse nivooks $p < 0,05$.

4. TÖÖ TULEMUSED

Töö eesmärkide täitmiseks viidi läbi kaks uuringute seeriat, mille käigus määrati muutused vaatlusaluste naiskergejõustiklaste kehalistes võimetes vibratsiooni- ja kontrolltreeningu mõjul. Esimeses seerias oli mõjutuse kestvuseks 5 x 60 s (tabelites lühendid VIBRA 60 ja KONTROLL 60) ning teises seerias 5 x 30 s (tabelites lühendid VIBRA 30 ja KONTROLL 30).

Vaatlusaluste sportlaste paigalt üleshüppe tulemused on toodud tabelites 1 ja 2. Pikema vibratsioonimõjustuse (5 x 60 s) korral statistiliselt olulisi muutusi ei esinenud, kuid ilmnis trend tulemuste langusele (CMJ - 3,55 %). Lühem vibratsioonitreening (5 x 30 s) viis nii CMJ ($p < 0,01$) kui ka SJ ($p < 0,05$) tulemuste tõusule. Mõlema kontrolltreeningu korral olulisi muutusi ei ilmnenu.

Tabel 1. Naiskergejõustiklaste allaiste ja käte hooga (CMJ) ja kükist käed puusal (SJ) sooritatud üleshüppe tulemused enne (E) ja pärast (P) 5 x 60 s vibratsiooni- ja kontrolltreeningut (keskmine \pm SD).

	VIBRA 60		KONTROLL 60	
Üleshüpe	E	P	E	P
CMJ (cm)	45,0 \pm 6,33	43,4 \pm 6,51	44,5 \pm 6,04	44,0 \pm 5,73
SJ (cm)	39,0 \pm 5,28	37,7 \pm 5,34	38,4 \pm 5,18	39,2 \pm 5,27

Tabel 2. Naiskergejõustiklaste allaiste ja käte hooga (CMJ) ja kükist käed puusal (SJ) sooritatud üleshüppe tulemused enne (E) ja pärast (P) 5 x 30 s vibratsiooni- ja kontrolltreeningut (keskmine \pm SD).

	VIBRA 30		KONTROLL 30	
Üleshüpe	E	P	E	P
CMJ (cm)	45,8 \pm 5,21	49,6 \pm 5,18 **	45,1 \pm 5,68	45,8 \pm 6,01
SJ (cm)	39,4 \pm 5,09	42,7 \pm 5,14 *	38,9 \pm 5,47	40,5 \pm 5,83

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Vaatlusaluste sportlaste jalalihaste võimsuse tulemused on toodud tabelites 3 ja 4. Pikema vibratsioonimõjustuse korral statistiliselt olulisi muutusi ei esinenud, kuid ilmnis trend tulemuste tõusule (4,2 %). Lühema vibratsioonitreeningu mõjul jalalihaste võimsus tõusis ($p < 0,05$). Mõlema kontrolltreeningu korral olulisi muutusi treeningu mõjul ei

ilmnenud. Korrelatsioonianalüüs näitas vaatlusaluste hüppevõime ja jalalihaste võimsuse vahel tugevat ($p < 0,001$) positiivset seost.

Tabel 3. Naiskergejõustiklaste poolkükist üleshüppel näidatud jalalihaste võimsuse tulemused enne (E) ja pärast (P) 5 x 60 s vibratsiooni- ja kontrolltreeningut (keskmine \pm SD).

	VIBRA 60		KONTROLL 60	
	E	P	E	P
Jalalihaste võimsus (W)	641 \pm 67	669,0 \pm 73	632 \pm 78	630 \pm 61

Tabel 4. Naiskergejõustiklaste poolkükist üleshüppel näidatud jalalihaste võimsuse tulemused enne (E) ja pärast (P) 5 x 30 s vibratsiooni- ja kontrolltreeningut (keskmine \pm SD).

	VIBRA 30		KONTROLL 30	
	E	P	E	P
Jalalihaste võimsus (W)	638 \pm 72	684 \pm 60 *	644 \pm 55	652 \pm 63

* $p < 0,05$

Vaatlusaluste topispalli viske tulemused on toodud tabelites 5 ja 6. Nii pikema kui ka lühema vibratsioonimõjustuse korral statistiliselt olulisi muutusi ei esinenud. Samasugused tulemused olid ka kontrolltreeningu korral.

Tabel 5. Naiskergejõustiklaste topispalli viske tulemused enne (E) ja pärast (P) 5 x 60 s vibratsiooni- ja kontrolltreeningut (keskmine \pm SD).

	VIBRA 60		KONTROLL 60	
	E	P	E	P
Topispalli vise (cm)	485 \pm 60	476 \pm 72	492 \pm 67	497 \pm 77

Tabel 6. Naiskergejõustiklaste topispalli viske tulemused enne (E) ja pärast (P) 5 x 30 s vibratsiooni- ja kontrolltreeningut (keskmine \pm SD).

	VIBRA 30		KONTROLL 30	
	E	P	E	P
Topispalli vise (cm)	478 \pm 51	479 \pm 67	488 \pm 84	496 \pm 79

Korrelatsioonianalüüs ei näidanud statistiliselt olulist seost naissportlaste jalalihaste ja ülakeha ning käelihaste võimsuse näitajate vahel.

Uuritavate sportlaste painduvuse taseme muutused on toodud tabelites 7 ja 8. Nii pikema kui ka lühema vibratsioonimõjustuse korral oluliselt paranes painduvuse tase, vastavalt $p < 0,05$ ja $p < 0,01$. Kontrolltreeningute korral statistiliselt olulisi muutusi ei esinenud.

Tabel 7. Naiskergejõustiklaste painduvuse testi tulemused enne (E) ja pärast (P) 5 x 60 s vibratsiooni- ja kontrolltreeningut (keskmine \pm SD).

	VIBRA 60		KONTROLL 60	
	E	P	E	P
Painduvus (cm)	11,2 \pm 4,31	14,9 \pm 3,93 *	11,7 \pm 5,94	12,9 \pm 4,57

* $p < 0,05$

Tabel 8. Naiskergejõustiklaste painduvuse testi tulemused enne (E) ja pärast (P) 5 x 30 s vibratsiooni- ja kontrolltreeningut (keskmine \pm SD).

	VIBRA 30		KONTROLL 30	
	E	P	E	P
Painduvus (cm)	10,9 \pm 4,41	16,2 \pm 5,83 **	11,6 \pm 5,64	13,0 \pm 5,88

** $p < 0,01$

5. ARUTELU

Antud uurimuse eesmärgiks oli kindlaks teha ühekordse vibratsioonitreeningu mõju naiskergejõustiklaste kehalisele võimekusele. Siiani on läbi viidud limiteeritud hulk tasemel vibratsioonimõjustusega uuringuid, kus vaatlusalusteks on olnud heal tasemel sportlased (Constantino et al., 2014; Hortobagyi et al., 2015). Kasutatud on palju erinevaid vibratsiooni komponentide kombinatsioone, mis teeb sportlastele ja treeneritele keerukaks leida optimaalne vibratsioonitreeningu programm.

Lähtudes Cardinale ja Limi (2003) uurimusest kasutasime antud uuringus vibratsioonitreeningut sagedusega 30 Hz ja harjutuseks oli staatiline poolküki asendis seismine. Ilmselt ei olnud see kõigile vaatlusalustele kõige täpsemaks individuaalseks vibratsioonisageduseks, kuid Cardinale ja Limi (2003) järgi aktiveerib lihaseid ka optimaalsest sagedusest veidi teistsugune sagedus. Nende uuringus tõstsid ka sagedused 40 ja 50 Hz lihaste bioelektrilist aktiivsust rohkem, kui harjutus ilma vibratsioonita. Kindlasti saab täpsemalt määrata igale sportlasele individuaalsed vibratsioonikomponendid mõjutatavatele lihastele kui kasutada elektromüograafiat (Marin & Hazel, 2014; Di Giminiani et al., 2015).

Vibratsioonitreeningu efekti väljaselgitamiseks tegid meie vaatlusalused läbi nii kaks erineva programmiga vibratsioonitreeningut kui ka kaks kontrolltreeningut. Ajaline vahe vibratsiooni- ja kontrolltreeningu vahel oli 48 tundi, mis peaks olema varem tehtud uuringute põhjal piisav (Hortobagyi et al., 2015), et eelmine treeningmõjutus ei häiriks järgnevat uuringut. Samas ei olnud see ajaperiood liialt pikk, et muud faktorid (näiteks treeningud või mõni spordiväline stressor) mõjutaks objektiivsete tulemuste saamist. Kõigi kontrolltestide tulemuste analüüsimine näitas, et vaatlusaluste sportlaste kehaliste võimete algtase enne vibratsiooni- või kontrolltreeningut ei erinenud statistiliselt oluliselt. Seega naiskergejõustiklaste kehaliste võimete tase uuringu käigus oluliselt ei muutunud. Kontrolltreeningute tulemuste analüüsimine näitas, et sellised ilma vibratsioonimõjustuseta lühiajalised harjutused ei mõjuta heal tasemel kergejõustiklaste kehalist võimekust. Seetõttu saab kinnitada, et vibratsioonitreeningu tulemusena ilmnenud muutused kehalistes võimetes on tingitud vibratsioonimõjustusest.

Uuringus viisime läbi kaks uurimisseeriat kasutades esimeses seerias vibratsioonitreeningut kestvusega 5 x 60 s ja teises seerias 5 x 30 s. Varasemates uuringutes on naissportlaste vibratsioonitreeningute kestvuseks olnud 4 x 60 s (Kurt & Pekünlü, 2015); 5 x 60 s (Cochrone, 2013b); 6 x 60 s (Cochrone, 2005). Seega oleks võinud meie poolt valitud

vibratsiooniharjutuse koormus sobida meie vaatlusalustele. Eelnevad uuringud on näidanud vibratsioonitreeningu positiivset mõju üleshüppele (Adams et al, 2009; Cochrane et al., 2008; Rønnestad, 2009).

Samas näitasid meie uuringu üleshüppe tulemused ja ka jalalihaste võimsuse test, et ühekordne vibratsioonitreening kestvusega 5 x 60 s ei mõjuta positiivselt naissportlaste kiirusliku jõu võimeid. Ilmnes trend hüppevõime langusele, CMJ – 45,0 vs 43,4 cm. Üheks põhjuseks, miks selline tulemus saadi, võib olla asjaolu, et kasutatud vibratsioonitreening lihaste aktiveerimise asemel liialt väsitab neid. Vibratsioonimõjustus sarnaselt jõuharjutustega võib esile kutsuda skeetilihaste aktivatsioonijärgse potentseerumise, kuid selle efekti suurus sõltub mõjustuse kestvusest, seeriaste arvust, puhkepausist peale vibratsioonimõjustust ning kindlasti ka iga sportlase individuaalsest reaktsioonist antud koormusele (Rønnestad et al., 2016a & 2016b). Eelnevalt on teadlased arvanud vibratsioonitreeningu mõju mehhanismiks erinevaid neuraalseid aspekte nagu tooniline vibratsiooni refleks, mis levib mööda keha mono- ja polüsünaptiliste teede kaudu (Rehn et al., 2007), suurem hulk töösse rakendunud motoneuroneid ja nende parem sünkronisatsioon ning paranenud venitusrefleks ja proprioretseptorite tagasiside (Cochrane 2011b; Park jt 2015). Võib – olla mõjutas liialt suure koormusega ühekordne vibratsioonitreening ka mõnda neist protsessidest.

Antud uuringu vaatlusalused kurtsid peale pikema kestvusega vibratsioonitreeningut subjektiivset väsimustunnet jalgades. Seetõttu otsustasime lühendada vibratsioonitreeningu kestvus teises uuringute seerias ning kasutati programmi 5 x 30 s puhkepausiga 60 s.

Lühema vibratsioonitreeningu korral vaatlusaluste hüppevõime tase tõusis mõlema testitud hüppeviisi korral, CMJ - 45,8 vs 49,6 cm ja SJ - 39,4 vs 42,7 cm. Oluliselt paranes ka jalalihaste võimsus (algtase 638 W, vibratsioonitreeningu järgselt 684 W). Seega lühem vibratsioonimõjustus on sobilikum antud naissportlastele. Lihaste potentseerimine vibratsiooniharjutuste kaudu on hea ja kiire vahend treeningute ja võistluste eelsel soojendusel, et valmistada sportlane ette maksimaalseks kiirus-jõualaseks soorituseks, nii hüppeharjutusteks kui ka kiir- ja tõkkejooksuks (Robbins, 2005; Till & Cooke, 2009).

Kui naiskergejõustiklaste üleshüppe ja jalalihaste võimsuse tase sõltus vibratsioonitreeningu kestvusest, siis vaatlusaluste painduvuse tase paranes nii pikema kui ka lühema vibratsioonitreeningu järgselt. Pikema treeningu korral oli enne treeningut tase 11,2 cm ja pärast mõjutust 14,9 cm ($p<0,05$) ning lühema vibratsioonitreeningu tulemusena tõusis tase 10,9 cm 16,2 cm ($p<0,01$). Need tulemused lähevad kokku eelnevate uuringutega, kus on samuti leitud vibratsioonitreeningu positiivne mõju lihaskanguse leevendamiseks ning

painduvusulatuse suurendamiseks (Dolny, 2008; Despina et al., 2014; Hortobagyi et al., 2015).

Meie uuringus ei mõjunud painduvuse taseme tõusule vibratsioonitreeningu kestvus. Nii pikem kui ka lühem treeningu variant mõjusid painduvusele positiivselt. Samale järeldusele tulid ka Jaapani teadlased Osawa ja Oguma (2013), kes leidsid, et vibratsioonitreeningu kestvuse asemel on olulisem vibratsiooniplatvormi amplituud. Suurema amplituudiga harjutused mõjuvad painduvusele efektiivsemalt.

Arvatakse olevat mitmeid erinevaid põhjuseid, miks vibratsioon aitab painduvuse arengule kaasa. Vibratsioonitreening vähendab venitusel tekkivat valu, tõstab verevoolu lihastes ja aitab lõdvestuda venitatud lihastel, vähendab lihaskonna jäikust, pidurdab antagonist lihaste tööd (Osawa & Oguma, 2013). Need efektid näitavad, et vibratsioonitreening tekitab sportlastel soojenduse efekti sarnase seisundi, mille jooksul on tõenäoline painduvuse tõus (Cochrane & Stannard 2005).

Kergejõustiklastele on vibratsiooniharjutuste lisamine soojendusse oluline ka seetõttu, et paljud kiirus-jõualade kergejõustiklased kannatavad reie tagakülje lihaste liigse toonuse ja jäikuse käes. Selline seisund vähendab treeningul puusaliigese liikumisulatust ja suurendab lihaste vigastamise ohtu (Witvrouw, 2003) ning võib viia kergejõustikus levinud vigastusele nagu patellakõõluse kinnituskoha põletik (nn. hüppaja põlv) (Waryasz, 2008), plantaarfastsiid (Harty, 2005) ja alaselja valud (Esola, 1996). Oskusliku vibratsiooniharjutuste valikuga on võimalik nende probleemide vähendamine ja ära hoidmine.

Uuringus määrasime ka ülakeha ja käelihaste võimsuse kasutades selleks istes topispalli viset. Nii pikema kui ka lühema vibratsioonitreeningu korral see kehaline võime ei muutunud. Samalaadse tulemuse sai Cochrane et al. (2005), kes leidis, et akuutne vibratsioonitreening ei tõsta naismaahokimängijate käe haardejõudu. Ilmselt sumbub vibratsioon mööda inimese keha liikudes ja kuigi vaatlusalused tundsid, et lisaks jalgadel ka nende ülakeha ning käed on vibratsiooni mõju all, oli see liialt väike mõjutus, et tekitada ulatuslikumat ülakeha lihaste aktivatsiooni. Torvinen et al. (2002) leidsid, et need lihased, mis ei saa otseselt vibratsiooni poolt mõjutatud ei näita sellist saavutusvõime taseme tõusu kui mõjutatud lihased. Seega on vibratsiooni akuutne mõju seotud pigem lokaalsete kui tsentraalsete füsioloogiliste mehhanismidega.

Kurt ja Pekünlü (2015) uurisid ühekordse vibratsioonitreeningu mõju sportlastele kasutades vibratsiooniplatvormi ning said käe haardejõu taseme paranemise. Põhjuseks, miks nende uurimistulemused erinevad meie omadest on harjutuste valik. Kui meie vaatlusalused

seisid poolküki asendis kogu mõjustuse aja, siis Kurti ja Pekünlü (2015) kasutasid nelja harjutust, millest kahe harjutuse puhul toetusid sportlased platvormile kätega. See oli ka põhjuseks, miks paranes vaatlusalustel käe haardejõud vibratsioonimõjustuse tulemusena.

Viimastel aastatel on hakatud üha enam konstrueerima ja kasutama ülakeha ja käelihaste vibratsioonisüsteem, mida on mugavam kasutada sellisteks treeninguteks, kui vibratsiooniplatvorme (Pujar et al., 2017; Xu et al., 2012)

Kokkuvõtteks võib öelda, et akuutne vibratsioonitreening omab mitmeid positiivseid mõjusid sportlase organismile. Seejuures pole täheldatud liigeste, ligamentide ja kõõluste ülekoormusprobleeme ning sportlasel puudub vajadus suureks tahtepingutuseks ja seetõttu ka vaimseks koormuseks. Selleks, et toimuks lihaste treeningute eelne aktiveerumine ja potentseerumine tuleb kindlaks teha igale sportlasele kõige efektiivsem vibratsioonitreeningu programm. Vibratsiooni positiivne mõju painduvuse taseme tõstmisel loob head võimalused sportlasi paremini treeninguteks ja võistlusteks ette valmistada ning seeläbi vigastusi vältida.

6. JÄRELDUSED

1. Naiskergejõustiklaste hüppevõime tase tõuseb lühiajalise (5 x 30 s) vibratsioonimõjustuse tulemusena, aga ei muutu pikema (5 x 60 s) vibratsioonitreeningu mõjul.
2. Naiskergejõustiklaste jalalihaste võimsus paraneb lühiajalise vibratsioonimõjustuse tulemusena, aga mitte pikema vibratsioonitreeningu abil.
3. Ülakeha ja käelihaste võimsuse taset kasutatud vibratsioonitreeningu programmid naiskergejõustiklastel ei muuda.
4. Painduvuse tase paraneb naiskergejõustiklastel nii lühema kui ka pikema vibratsioonitreeningu programmi järgselt.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Adams JB, Edwards D, Serviette D, Bedient A, Huntsman E, et al. Optimal frequency, displacement, duration, and recovery patterns to maximise power output following acute whole-body vibration. *J Strength Cond Res* 2009; 23: 237-245.
2. Annino G, Padua E, Castagna C, Di Salvo V, Minichella S, et al. Effect of whole body vibration training on lower limb performance in selected high-level ballet students. *J Strength Cond Res* 2007; 24:1: 1072–1076.
3. Bosco C, Belli A, Astrua M, Tihanyi J, Pozzo R, et al. A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol* 1995; 70: 379–386.
4. Bullock N, Martin DT, Ross A, Rosemond CD, Jordan MJ, et al. Acute effect of whole-body vibration on sprint and jumping performance in elite skeleton athletes. *J Strength Cond Res* 2008; 22: 1371–1374.
5. Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev* 2003; Jan; 31:1: 3-7.
6. Cardinale M, Lim J. Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. *J Strength Cond Res* 2003; 17:3: 621-624.
7. Cardinale M, Wakeling J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *British J Sports Med* 2005; 39: 585-589.
8. Cloak R, Lane A, Wyon M. Professional Soccer Player Neuromuscular Responses and Perceptions to Acute Whole Body Vibration Differ from Amateur Counterparts. *J Sports Sci Med* 2016; Feb23; 15:1: 57-64.
9. Cochrane DJ. The effect of acute vibration exercise on short-distance sprinting and reactive agility. *J Sports Sci Med* 2013b; Sep 1; 12:3: 497-501.
10. Cochrane DJ. The potential neural mechanisms of acute indirect vibration. *Journal of Sports Science and Medicine* 2011b; 10: 19-30.
11. Cochrane DJ. The sports performance application of vibration exercise for warm-up, flexibility and sprint speed. *Eur J Sports Science* 2013a; 13:3: 256-271.
12. Cochrane DJ. Vibration exercise: the potential benefits. *Int J Sports Med* 2011a; Feb; 32:2: 75-99.
13. Cochrane DJ, Stannard SR. Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *British J Sports Med* 2005; 39: 860-865.

14. Cochrane DJ, Stannard SR, Sargeant T, Rittweger J. The rate of muscle temperature increase during acute whole-body vibration exercise. *European Journal of Applied Physiology* 2008; 103: 441-448.
15. Costantino C, Gimigliano R, Olvirri S, Gimigliano F. Whole body vibration in sport: a critical review. *J Sports Med Phys Fitness* 2014; Dec; 54:6: 757-64.
16. Dabbs NC, Muñoz CX, Tran TT, Brown LE, Bottaro M. Effect of different rest intervals after whole-body vibration on vertical jump performance. *J Strength Cond Res* 2011; Mar; 25:3: 662-667.
17. Despina T, George D, George T, Sotiris P, Di Cagno A, et al. Short-term effect of whole-body vibration training on balance, flexibility and lower limb explosive strength in elite rhythmic gymnasts. *Human Movement Science* 2014; 33: 149–158.
18. Di Giminiani R, Masedu F, Padulo J, Tihanyi J, Valenti M. The EMG activity-acceleration relationship to quantify the optimal vibration load when applying synchronous whole-body vibration. *J Electromyogr Kinesiol* 2015; Dec; 25:6: 853-859.
19. Dolny DG, Reyes GF. Whole body vibration exercise: training and benefits. *Curr Sports Med Rep* 2008; 7:3: 152–157.
20. Esola MA, McClure PW, Fitzgerald GK, Siegler S. Analysis of lumbar spine and hip motion during forward bending in subjects with and without a history of low back pain. *Spine* 1996; 21:1: 71–78.
21. Fagnani F, Giombini A, Di Cesare A, Pigozzi F, Di Salvo V. The effects of a whole-body vibration program on muscle performance and flexibility in female athletes. *Am J Phys Med Rehabil* 2006; 85: 956–962.
22. Fernandez-Rio J, Terrados N, Fernandez-Garcia B, Suman, OE. Effects of vibration training on force production in female basketball players. *J Strength Cond Res* 2010; 24:5: 1373–1380.
23. Fort A, Romero D, Bagur C, Guerra M. Effects of wholebody vibration training on explosive strength and postural control in young female athletes. *J Strength Cond Res* 2012; 26:4: 926–936.
24. Gusi N, Raimundo A, Leal A. Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BioMed Central Musculoskeletal Disorders* 2006; 7:92: 1-8.
25. Harty J, Soffe K, O'Toole G, Stephens MM. The role of hamstring tightness in plantar fasciitis. *Foot Ankle Int* 2005; 26:12: 1089–1092.

26. Hortobágyi T, Lesinski M, Fernandez-Del-Olmo M, Granacher U. Small and inconsistent effects of whole body vibration on athletic performance: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Appl Physiol* 2015; Aug; 1158: 1605-25.
27. Issurin VB, Tenenbaum G. Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *J Sports Sci* 1999; 17:3: 177-82.
28. Jones MT, Martin J, Jagim AR, Oliver JM. Effect of Direct Whole Body Vibration on Upper Body Muscular Power in Recreational, Resistance-trained Men. *J Strength Cond Res* 2016; Oct 13.
29. Kurt C, Pekünlü E. Acute effect of whole body vibration on isometric strength, squat jump, and flexibility in well-trained combat athletes. *Biol Sport* 2015; Jun; 32:2.
30. Kasai T, Kawanishi M, Yahagi S. The effects of wrist muscle vibration on human voluntary elbow flexion-extension movements. *Experimental Brain Research* 1992; 90: 217-220.
31. Lovell R, Midgley A, Barrett S, Carter D, Small K. Effects of different half-time strategies on second half soccer-specific speed, power and dynamic strength. *Scand J Med Sci Sports* 2013; 23: 105-113.
32. Marín PJ, Hazell TJ. Effects of whole-body vibration with an unstable surface on muscle activation. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2014; Jun; 14:2: 213-9.
33. Marshall LC, Wyon MA. The effect of whole-body vibration on jump height and active range of movement in female dancers. *J Strength Cond Res* 2012; 26:3: 789–793.
34. Mester J, Kleinoder H, Yue Z. Vibration training: benefits and risks. *Journal of Biomechanics* 2006; 39:6: 1056-1065.
35. Naclerio F, Faigenbaum AD, Larumbe-Zabala E, Ratamess NA, Kang J, et al. Effectiveness of different postactivation potentiation protocols with and without whole body vibration on jumping performance in college athletes. *J Strength Cond Res* 2014; 28:1: 232–239.
36. Nordlund MM, Thorstensson A. Strength training effects of whole body vibration? *Scand J Med Sci Sports* 2006; 17:1: 12-17.
37. Osawa Y, Oguma Y. Effects of vibration on flexibility: a meta-analysis. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2013; Dec; 13:4: 442-53.
38. Park SY, Son WM, Kwon OS. Effects of whole body vibration training on body composition, skeletal muscle strength and cardiovascular health. *J Exerc Rehabil* 2015; Dec 31; 11:6: 289-295.

39. Preatoni E, Colombo A, Verga M, Galvani C, Faina M, et al. The effects of whole-body vibration in isolation or combined with strength training in female athletes. *J Strength Cond Res* 2012; 26:9: 2495–2506.
40. Pujari AN, Neilson RD, Aphale SS, Cardinale M. Upper limb vibration prototype with sports and rehabilitation applications: development, evaluation and preliminary study. *Healthc Technol Lett* 2017; Feb 20; 4:1: 44-49.
41. Rehn B, Lindström J, Skoglund J, Lindström B. Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: a systematic review. *Scand J Med Sci Sports* 2007; 17:1: 2-11.
42. Robbins DW. Postactivation potentiation and its practical applicability: a brief review. *J Strength Cond Res* 2005; 19:2: 453-458.
43. Rønnestad BR. Acute effects of various whole-body vibration frequencies on lower-body power in trained and untrained subjects. *J Strength Cond Res* 2009; 23: 1309-1315.
44. Rønnestad BR, Slettaløkken G, Ellefsen S. Adding whole body vibration to preconditioning exercise increases subsequent on-ice sprint performance in ice-hockey players. *J Strength Cond Res* 2016b; Apr; 30:4: 1021-6.
45. Rønnestad BR, Slettaløkken Falch G, Ellefsen S. Whole Body Vibration Increases Subsequent Sprint Performance in Well-Trained Cyclists. *Int J Sports Physiol Perform* 2016a; Dec; 14: 1-18
46. Till KA, Cooke C. The effects of postactivation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer players. *J Strength Cond Res* 2009; 23:7: 1960-1967.
47. Torvinen S, Sievanen H, Javinen TAH. Effect of 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: a randomized cross-over study. *Int J Sports Med* 2002; 23: 374–9.
48. Waryasz GR, McDermott AY. Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors. *Dyn Med* 2008; 7: 9.
49. Witvrouw E, Danneels L, Asselman P, D’Have T, Cambier D. Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players a prospective study. *Am J Sports Med* 2003; 31:1: 41–46.
50. Xu L, Rabotti C, Mischi M. Characterization of a novel instrument for vibration exercise. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2012; 2012: 2760-2763.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputööüldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Jaak-Heinrich Jagor

sünnikuupäev: 10.05.1990

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
Ühekordse vibratsioonitreeningu mõju naiskergejõustiklaste kehalistele võimetele,
mille juhendaja on Mehis Viru,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil,
sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse
tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas
digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartu, 25.04.2017